

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : XI



ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2019

XI Всероссийская научно-практическая конференция для молодых
учёных по проблемам водных экосистем,

посвященная памяти д.б.н., проф. С. Б. Гулина

Материалы конференции

Севастополь, 23–27 сентября 2019 г.

Севастополь
ФИЦ ИнБЮМ

2019

концентрациями взвеси в морской воде. Причем, отношение между органической и минеральной составляющими взвеси в районе исследования постепенно уменьшается с севера на юг: реки севернее Туапсе несут относительно большое количество органической взвеси, а сама река Туапсе и реки южнее ее - в основном, минеральную взвесь.

Результаты исследований получены в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0016), обработка проб за счет средств РНФ (проект № 14-27-00114-П), отбор проб в экспедиции за счет средств РНФ (проект 14-50-00095)

Список литературы

1. Немировская И. А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). Москва : Научный мир, 2013. 432 с.
2. Завьялов П. О., Маккавеев П. Н., Коновалов Б. В., Осадчиев А. А., Хлебопашев П. В., Пелевин В. В., Грабовский А. Б., Ижицкий А. С., Гончаренко И. В., Соловьев Д. М., Полухин А. А. Гидрофизические и гидрохимические характеристики морских акваторий у устьев малых рек Российского побережья Черного моря // Океанология. 2014. Т. 54, № 3. С. 293–308.
3. Осадчиев А. А., Коршенко Е. А. Плюмы рек северо-восточного побережья Чёрного моря при среднеклиматических и паводковых условиях стока // Комплексные исследования Мирового океана : материалы II Всерос. науч. конф. молодых ученых, г. Москва, 10-14 апреля 2017 г. Москва, 2017. С. 213–214.

ЭКОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И АДАПТАЦИЯ МОРСКИХ ЗВЕЗД ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Федюнин В.А., Поромов А.А., Смуров А.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва

Ключевые слова: *Asterias rubens*, морские звезды, токсичность, металлы, биоконцентрация, целоמוциты, целомиическая жидкость

Для изучения реакций организма морских звезд *A. rubens* на повышение концентрации металлов в морской воде в настоящей работе представлена серия экспериментов, проведенных для оценки воздействия ионов кобальта, марганца, железа, свинца, кадмия и меди на морских звезд *A. rubens* в лабораторных условиях. Оценивали выживаемость и изменение поведенческих реакций животных, был проведен морфофункциональный анализ клеток ЦЖ. Для изучения особенностей клеточного ответа морских звезд на воздействие металлами оценивали изменение числа циркулирующих в целомиической жидкости клеток, а также распределение клеток по субпопуляциям. Были оценены жизнеспособность клеток, а также синтез специфических маркеров стресса при воздействии на морских звезд различными концентрациями меди. Полученные данные были соотнесены с экспериментальными концентрациями металлов в воде и биоконцентрацией металлов в телах морских звезд.

Наибольшее токсическое действие среди исследуемых металлов наблюдали для хлорида меди, проявляемое в гибели морских звезд, начиная с первых суток эксперимента в концентрации 0,78 мкМ. Гибель всех животных наблюдали на 4-ые сутки эксперимента при концентрации меди в аквариуме равной 3,9 мкМ. Свинец в концентрациях от 7,245 до 12,075 мкМ приводил к смертности от 30 до 80% животных в течение 7 суток эксперимента, 100%-ную гибель морских звезд отмечали при

концентрации свинца больше 13 мкМ. Похожие результаты получили для кадмия, однако, 100%-ную гибель морских звезд в экспериментах с кадмием не наблюдали. Для марганца и кобальта токсическое действие наблюдали лишь при концентрациях, значительно превышающих ПДК, развитие токсического действия при этом также происходило дольше по сравнению с медью, свинцом и кадмием. Гибель морских звезд в присутствии всех исследуемых концентраций железа не наблюдали.

Установлены полулетальные концентрации (LK_{50}), рассчитанные на основе четырехпараметрической логистической модели на 4 сутки экспозиции (96 часов). По значению LK_{50} металлы можно ранжировать по уменьшению токсичности в следующем порядке: медь ($LK_{50} = 0,98 \pm 0,16$ мкМ), свинец ($LK_{50} = 9,6 \pm 0,4$ мкМ), кадмий ($LK_{50} = 15,1 \pm 0,96$ мкМ), кобальт ($LK_{50} = 979,5 \pm 35,9$ мкМ), марганец ($LK_{50} = 1449,3 \pm 78,4$ мкМ).

Время переворота как показатель общей жизнеспособности морских звезд увеличивалось в присутствии всех исследуемых металлов. В наибольшей степени время переворота возрастало в ответ на воздействие ионами меди и свинца на 4-е сутки эксперимента. Медь значительно снижала скорость переворота (на 50%, полуэффективная концентрация, $ЭК_{50}$) при концентрации $1,88 \pm 4,1$ мкМ, ионы свинца вызывали такой же эффект при концентрации $9,5 \pm 1,12$ мкМ. Воздействие кадмия в концентрации выше 0,89 мкМ приводило к резкому увеличению времени переворота ($ЭК_{50} = 1,96 \pm 4,21$ мкМ), и, в отличие от остальных металлов, дальнейшее увеличение этого показателя не наблюдали, в диапазоне концентраций кадмия вплоть до летальных. Повышение концентрации железа, кобальта и марганца приводило к значительному увеличению скорости переворота морских звезд в высоких концентрациях, $ЭК_{50}$ составила $3,6 \times 10 \pm 7,7 \times 10$, 844 ± 29 , $8,7 \times 10 \pm 3,2 \times 10$ мкМ, соответственно.

Количество клеток в целомической жидкости в начале эксперимента составляло $52,7 \pm 43,7 \times 10^3$ /мкл (медиана $37,7 \times 10^3$ /мкл). После 5 дней воздействия наблюдали незначительное снижение среднего числа клеток у морских звезд в экспериментальном аквариуме ($35,2 \pm 9,6 \times 10^3$ /мкл). После 3 и 5 дней эксперимента среднее количество клеток целомической жидкости у морских звезд во всех экспериментальных аквариумах было значительно выше, чем у контрольных животных ($p < 0,05$). На 3 день эксперимента значительное увеличение числа клеток наблюдали при воздействии максимальными дозами свинца, меди и кадмия, за которым следовал рост смертности в этих группах через 5 дней от начала эксперимента.

Число клеток целомической жидкости увеличивалось после воздействия высокими концентрациями меди уже через 1 день и через 3 дня воздействия кадмием, свинцом, железом, кобальтом и марганцем.

Микроскопическое исследование клеточного состава целомической жидкости позволило выделить три различных клеточных морфотипа, а именно: агранулоциты (также называемые фагоцитарными амебоцитами), гранулоциты (также называемые красными сферическими клетками, или красными амебоцитами) и мелкие клетки.

На основании полученных результатов и данных литературы используемые в экспериментах металлы можно разделить на две группы: первая группа объединяет Cu^{2+} , Pb^{2+} и Cd^{2+} , воздействие которыми приводит к увеличению в целомической жидкости доли агранулоцитов относительно общего числа клеток; вторая группа включает в себя Mn^{2+} , Fe^{3+} и Co^{2+} , воздействие которыми приводит к увеличению в целомической жидкости доли гранулоцитов. Количество мелких клеток увеличивалось при воздействии всеми исследованными металлами.

В данной работе подтверждено увеличение числа мелких клеток при воздействии всеми исследуемыми металлами, что ранее показано другими авторами [1], и может представлять собой, с одной стороны, общий ответ организма на стресс и, с другой стороны, служить источником новых клеток.

В сравнительно-иммунологических исследованиях оценка спонтанного и индуцированного поглощения нейтрального красного в качестве стимуляторов использовали растворы хлорида меди ($\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) с концентрацией ионов меди равной 0, 0,78 мкМ, 1,95 мкМ и 3,91 мкМ. (фракции 1, 2, 3 и 4). В результате исследований было показано, что через 6 ч после начала эксперимента накопление нейтрального красного в лизосомах и цитоплазме интактных целомоцитов достоверно возросло от фракции 1 к фракции 3, а затем резко снизилось во фракции 4. При этом достоверные различия были зарегистрированы только между фракциями 1 и 3 ($p < 0,01$). Различия между средними в разных группах подтверждали дисперсионным анализом (ANOVA) ($p < 0,05$), проведенным с помощью программного обеспечения "R".

В рамках данной работы провели анализ уровня экспрессии белка HSC70 методом иммуноблоттинга с целью сравнения уровня его экспрессии в целомотитах морских звезд *Asterias rubens*, содержащихся в экспериментальных аквариумах с различной концентрацией меди (0; 0,78; 1,95 и 3,91 мкМ). Было показано значимое увеличение в уровне экспрессии стресс белка-70 при увеличении концентрации меди во внешней среде (дисперсионный анализ, $p < 0,05$).

Биоконцентрация Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Mn^{2+} и Co^{2+} в морской воде происходило эффективнее, чем Fe^{3+} . По данным нелинейной (логарифмической) модели эффективность биоконцентрации уменьшалась в следующем ряду: $\text{Pb} > \text{Cu} > (\text{Fe}) > \text{Mn} > \text{Cd} > \text{Co}$.

Список литературы

1. Козлова А. Б., Петухова О. А., Пинаев Г. П. Анализ клеточных элементов целомической жидкости на ранних сроках регенерации морской звезды *Asterias rubens* L. // Цитология. 2006. Т. 48, № 3. С. 175–183.

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА ПЕЧЕНИ МОРСКОГО ЕРША *SCORPAENA PORCUS* L. ИЗ БУХТ Г. СЕВАСТОПОЛЯ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Шилова Ю.Б.¹, Сербин А.Д.¹, Полевой Д.М.¹, Алемова А.С.¹, Скуратовская Е.Н.²,
Рыжилов М.С.²

¹Малая академия наук, г. Севастополь

²Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН, г. Севастополь

Ключевые слова: морской ерш, печень, биомаркеры, севастопольская акватория

В настоящее время севастопольская морская акватория подвержена усиленному антропогенному воздействию. В нее попадают сточные воды, сливы с сельскохозяйственных угодий и морского транспорта. Поллютанты, поступающие в водную среду, поглощаются и накапливаются гидробионтами, вызывая реорганизацию обмена веществ, интоксикацию. Для обнаружения самых ранних изменений в метаболизме водных организмов используют биохимические показатели, позволяющие выявить механизмы воздействия неблагоприятных факторов среды на конкретные звенья обмена веществ, определить особенности структурно-функциональных перестроек при адаптации к изменяющимся условиям среды. Показатели белкового обмена отражают состояние организма в разных условиях обитания, характеризуют их адаптивные способности, интенсивность действия антропогенных факторов [1,3].